aci avances en ciencias e ingenierías

Artículo/Article
Sección C/Section C
Vol. 14, nro. 1
ID: 2573

La producción de maíz en Argentina

Daniel A. Presello[1]*, Fernando J. Giménez[2] y Facundo J. Ferraguti[3]

[1]Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Av. Frondizi km 4,5. 2700 - Pergamino. Provincia de Buenos Aires. Argentina.
[2]Estación Experimental Agropecuaria Bordenave. Ruta Provincial 76, km 36,5. 8187 - Bordenave, Provincia de Buenos Aires. Argentina.
[3]Estación Experimental Agropecuaria Oliveros. Ruta Nacional 11 km 353. 2206 - Oliveros. Provincia de Santa Fe. Argentina.
*Autor para correspondencia/Corresponding author: presello.daniel@inta.gob.ar

Maize production in Argentina

Resumen

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos más relevantes en Argentina. La mayor parte de la producción de grano se exporta y aproximadamente un tercio de la misma se usa internamente como forraje o es destinado a las industrias de molienda y producción de etanol. El área de siembra ha aumentado en forma sostenida durante los últimos diez años llegándose a una superficie de 7,4 millones de hectáreas entre 2020 y 2021, con una producción de 60,5 millones de toneladas de grano. La producción de maíz podría ser intensificada, de manera sostenible, abordando algunas de las mayores limitantes, como son la nutrición del cultivo, la calidad de siembra para lograr un canopeo eficiente, las deficiencias en protección del cultivo, una correcta elección del cultivar, el ajuste del momento y tecnología de cosecha, y la mejora de las instalaciones para transporte y almacenamiento, entre otras. Nuevas políticas de Estado y un mayor fortalecimiento de las redes de investigación y desarrollo serán necesarias para aumentar la producción de manera sustentable y con menores niveles de contaminación.

Palabras clave: Maíz, Rendimiento en Grano, Limitantes del Rendimiento, Producción Sustentable, Argentina.

Abstract

Maize (*Zea mays* L.) is one of the most relevant crops in Argentina. Most of grain production is exported and about one third of the grain is used domestically as forage or destined to the industries of milling and ethanol production. The area cultivated with maize has consistently increased in the last ten years reaching a sowing area of 7,4 million hectares between 2020 and 2021, with a grain production of 60,5 million tons. Sustainable grain production might be intensified by tackling major yield constrains such as, crop nutrition, planting quality to achieve an efficient canopy, deficiencies in crop protection, cultivar choice, harvest time and harvest technology, and deficiencies in grain transportation and storage, among others. New government politics and better consolidation of the research and development networks are needed to achieve higher sustainable production with lower contamination levels.

Keywords: Maize, Grain Yield, Yield Constrains, Sustainable Production, Argentina

OPEN ACCESS

Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0

Editado por / Edited by: Gabriela Albán

Recibido / Received: 24/01/2022

Aceptado / Accepted: 28/2/2022

Publicado en línea / Published online: 16/05/2022

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2573

SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO DE MAÍZ EN ARGENTINA

El maíz (*Zea mays* L.) es una de las especies cultivadas más relevantes en Argentina. El cultivo se lleva a cabo en diferentes regiones agroecológicas (Fig. 1), con un gradiente de precipitaciones descendientes hacia el oeste y dos mega ambientes diferenciados por su latitud, al norte del Paralelo 30 Sur predominan los ambientes de tipo subtropical mientras que, al sur del mismo, el ambiente es similar al de otras regiones templadas del mundo. Estas variaciones son importantes ya que determinan el tipo de cultivo a sembrar y las tecnologías de manejo apropiadas.

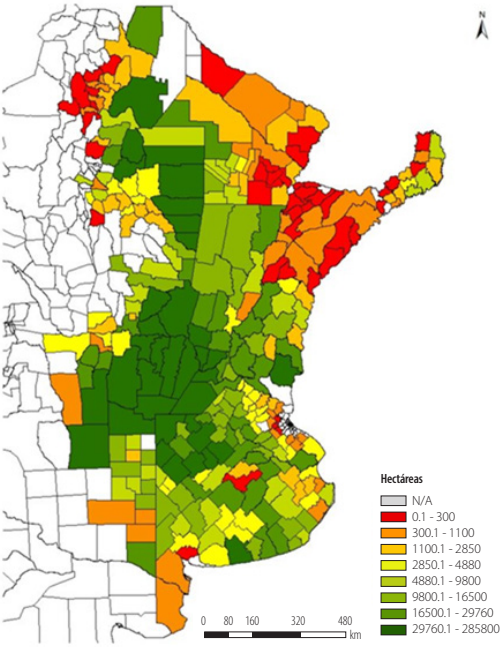

Figura 1. Importancia regional del cultivo de maíz en Argentina [1].

Dentro de la región maicera coexisten diversos tipos de productores. La mayor parte de la producción es realizada por agricultores altamente capitalizados, con campo propio o arrendado, que incluyen el maíz en las rotaciones y demandan tecnologías modernas que faciliten el manejo en superficies extensas. Un segundo segmento de agricultores, menos capitalizados, que aún producen en campo propio con intención de incrementar la participación del maíz en la rotación de cultivos para mejorar la estructura del suelo y diversificar la producción estival, pero con dificultad para financiar insumos claves como semilla, fertilizantes y fitosanitarios. Los pequeños agricultores familiares y de subsistencia con escaso capital y recursos financieros son relevantes por el número más que por la superficie ocupada y demandan tecnología del Estado para conseguir producir.

Como alternativa al maíz para producir grano como mercancía a valor de mercado, se destacan los maíces con calidad diferenciada como los tipos flint (*Z. mays*, var.

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2573

indurata) y pisingallo o pop corn (*Z. mays* var. *Everta)*, que tienen sobreprecios variables dependiendo del año. La producción es destinada casi en su totalidad a la exportación, ubicando a la Argentina como el principal oferente a nivel mundial de estos maíces [2].

La superficie sembrada y la producción del cultivo de maíz en Argentina fueron aumentando considerablemente en la última década (Fig. 2). El área sembrada incrementó de 5,0 a 9,7 Mha, mientras que la producción lo hizo de 21,5 a 60,5 M t. Existe una diferencia anual de aproximadamente 1,5 M ha entre superficie sembrada y cosechada, que se debe mayormente a que parte de la superficie se procesa como silaje para alimentación de ganado bovino (Fig. 2). El aumento de la superficie del cultivo de maíz se registró tanto en las áreas tradicionales del cultivo, como en nuevas regiones y en cultivos de siembra tardía o segunda siembra sobre cultivos invernales, sustituyendo a otros cultivos principalmente la soja [3].

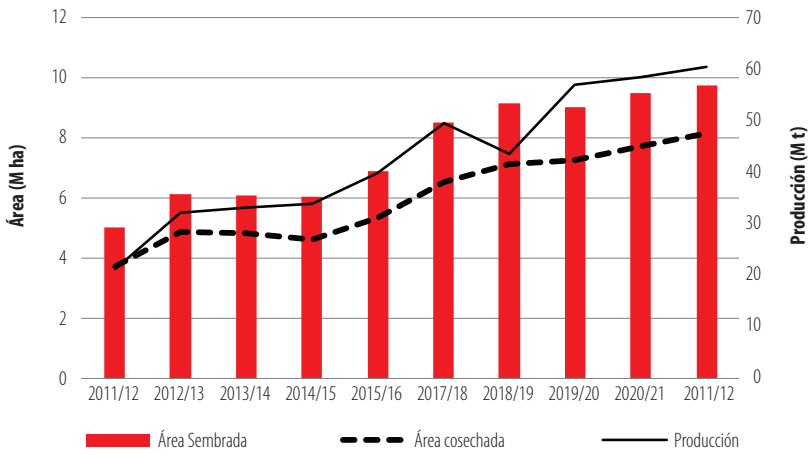

Figura 2. Evolución del área sembrada, cosechada y producción en Argentina durante la última década [3].

Los aumentos en el área sembrada fueron acompañados con incrementos en el rendimiento por hectárea. Considerando los últimos diez años presentados (Fig. 2), el rendimiento en grano promedio del primer quinqueño fue de 6,78 t/ha mientras que en el segundo fue 7,30 t/ha, lo que representa un incremento de 7,6 % [3]. El rendimiento por hectárea presenta importantes variaciones debido a las características edafoclimáticas de las regiones donde se cultiva maíz (Fig. 1) y a variaciones anuales en el régimen de precipitaciones.

El principal destino de la producción del grano es la exportación, que en el año 2020 fue superior a 33 M t de granos con un valor que superó los 6 000 millones de dólares. El segundo destino más importante es el uso forrajero (Fig. 3), que fue de 12,4 M t, de las cuales el 36 % se destina a la producción avícola, el 35 % para la producción de carne vacuna, el 17 % como insumo para preparación de alimentos balanceados en tambos y el 12 % en la producción de ganado porcino. La industria utiliza 3,8 M t de los cuales 1,7 M t se utilizan para producir etanol y 2,1 M t en la molienda húmeda, que produce

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2573

almidón o maicena, aceite y jarabe de maíz, entre otros productos y la molienda seca, que produce copos de maíz, sémolas y harina, entre otros productos [4].

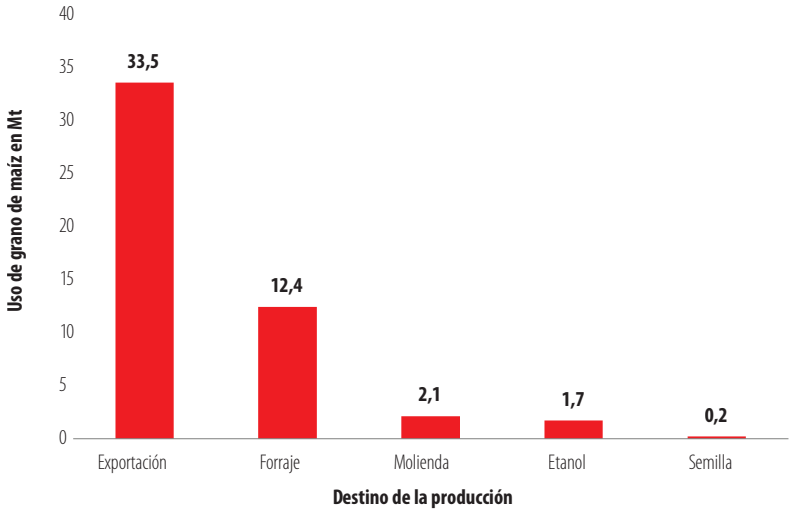

Figura 3. Principales destinos de la producción de maíz en Argentina durante la campaña de cultivo 2019/2020 [4].

Argentina tiene un amplio margen para transformar la producción de maíz, ya que la industria consume menos del 35 % de la producción mientras que, en otros países, como Brasil y Estados Unidos, la industria utiliza más del doble de esta proporción. La industria de biomateriales es una de las de mayor proyección de crecimiento en el mundo y en la cual la principal materia prima es el grano de maíz. Esta tendencia esperada se verifica para las industrias de molienda que han mostrado un crecimiento sostenido en el uso de grano de maíz durante los últimos años [5].

La mayor parte del maíz en Argentina se cultiva en secano. Si bien existe un pequeño porcentaje de la superficie sembrada bajo diferentes sistemas de riego, principalmente por aspersión, estos son mayormente destinados a la producción de semilla. En estas condiciones prevalentes de secano, para aumentar la producción en los cultivos de maíz se deberían enfocar los esfuerzos en la intensificación sustentable de los agroecositemas y en la reducción de las brechas productivas entre los rendimientos máximos alcanzables con las limitaciones esperadas debido a la variación en las precipitaciones.

En la actualidad existe una marcada demanda de una agricultura de bajo impacto ambiental. La mejor caracterización del ambiente y de la genética a utilizar, junto con el conocimiento de la biología de organismos perjudiciales, incluyendo plagas, malezas y enfermedades, permitirán desarrollar estrategias de manejo integrado más eficientes y menos dependientes de productos fitosanitarios. Esto permitirá aumentar los rendimientos de manera sustentable en el tiempo con menores efectos negativos en el ambiente.

DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2573

El maíz es un cultivo muy exigente en cuanto a los factores que determinan la producción de grano. Esta sensibilidad a la oferta de recursos, especialmente en el periodo crítico de la definición del rendimiento, determina una considerable brecha entre el rendimiento que se puede obtener en condiciones de secano y el que es obtenido en promedio por los productores. Esta brecha es aún más evidente en zonas fuera de la Llanura Pampeana. El Programa de Cereales y Oleaginosas del INTA tiene entre sus objetivos el aumento de la producción nacional del cultivo de maíz. Mediante la creación de un marco que permita un mayor nivel de adopción de las tecnologías disponibles y mayor investigación y desarrollo de nuevas tecnologías, se considera que es factible aumentar el rendimiento nacional a 8 760 kg/ha, un 20 % más que el promedio del último quinquenio. La producción de granos aumentaría en 14,5 M t, de los cuales 10,6 M t se destinarían a la exportación, 3,7 M t a la alimentación animal y 0,5 M t a la industria [6].

POSIBILIDADES DE INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN DE GRANO

Entre los principales factores a mejorar para incrementar la producción de grano de maíz se incluye la nutrición del cultivo, la fecha de siembra, el arreglo espacial, la protección del cultivo, la elección del cultivar, el ajuste del momento y la tecnología de cosecha, el transporte y el manejo post cosecha.

Nutrición del cultivo

Aumentar el rendimiento del cultivo de maíz sin comprometer críticamente la fertilidad edáfica, implica un aumento importante en el uso de fertilizantes. Esto requiere el desarrollo adecuado de tecnologías de aplicación y de estrategias de fertilización en un contexto de rotaciones de cultivo, para no generar un impacto ambiental por el aumento de la dosis de fertilizante. A continuación, se describe la problemática y manejo de la fertilidad en Argentina, compendiada a partir de informes de expertos [7-12].

El nitrógeno es el nutriente con mayor impacto en la producción de maíz. La falta de oferta de este nutriente, aún por períodos cortos, se traduce en una caída de la capacidad fotosintética del follaje y la disminución de la tasa de crecimiento del cultivo, por ende, caída en el rendimiento. En Argentina los niveles de aplicación de nitrógeno son bajos en comparación al de los que se utilizan en países más desarrollados. Con la premisa de aumentar los rendimientos, la fertilización nitrogenada debe lograr una provisión constante y en un nivel adecuado, que se relacione con la demanda del cultivo. Existe abundante información sobre fuentes de nitrógeno, momento y forma de aplicación, pero es necesario continuar con las líneas de investigación centradas en minimizar las pérdidas de nitrógeno por volatilización, que no solo disminuyen la oferta del nutriente para el cultivo, sino que a su vez producen emisiones de óxido nitroso, que es un gas de efecto invernadero. La fijación biológica de nitrógeno, mediante la incorporación de leguminosas a las rotaciones es una estrategia económica y sustentable, al igual que la utilización de fertilizantes orgánicos.

La extensión y difusión de estos trabajos es de vital importancia para que las prácticas de manejo de nitrógeno con bases científicas sean adoptadas por un porcentaje mayor de productores. La evidencia actual indica que es posible manejar los cultivos con una alta eficiencia de uso del nitrógeno aplicado, pero para ello los asesores y productores deben

DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2573

identificar correctamente las limitaciones y potencialidades del ambiente productivo y actuar en consecuencia [7-9, 11,12].

Por otra parte, el fósforo es un elemento crítico en la fertilización, dada su importancia como macronutriente y por el hecho de que Argentina no produce fertilizantes fosforados y depende de la importación para satisfacer la demanda. Un aspecto positivo es su baja movilidad en el suelo, por lo que el desafío principal está en el acceso a los fertilizantes en cantidad y calidad, para lograr niveles de reposición y reconstrucción de la provisión de este elemento. La dosis promedio a nivel nacional es de 12 kg/ha de P_2O_5. En la mayoría de las regiones los niveles de este nutriente en el suelo, han bajado en las últimas décadas como consecuencia de la intensificación del uso agrícola y la insuficiente reposición del nutriente. El régimen de tenencia de la tierra, mayormente bajo contratos de arrendamiento, y la previsibilidad de continuar con la explotación de un lote, también son factores que influyen negativamente en la implementación de estrategias a mediano y largo plazo para aumentar sostenidamente los niveles de este nutriente. El uso de biofertilizantes y bioestimulantes mejora la eficiencia de captación de este nutriente en maíz, pero no reponen lo extraído del suelo.

Asimismo, el azufre es otro de los nutrientes frecuentemente deficiente en gran parte de los suelos de la región maicera templada de Argentina [10]. Esta deficiencia está asociada a la constante disminución de la materia orgánica, debido al remplazo de la ganadería extensiva o pastoril por sistemas agrícolas con rotaciones de cultivos que dejan un bajo aporte de carbono al suelo. La dosis media nacional en maíz es de sólo 2 kg/ha de S y puede considerarse deficitaria. Para aumentar el rendimiento sostenidamente en el tiempo, la fertilización azufrada debe apuntar mínimamente a la reposición de lo exportado en el grano en lotes con buena provisión y a reconstruir los niveles en los lotes con mucha historia de agricultura continua y bajo contenido de materia orgánica. Otros nutrientes que son considerados como limitantes en la producción son el zinc, magnesio y boro. Actualmente, preocupan los niveles de potasio en zonas de suelos más pesados, al este del país, ya que los niveles han caído sustancialmente en relación a la disponibilidad original en los suelos. El incremento en las deficiencias de potasio tendrá un impacto importante en la rentabilidad del cultivo, tanto por la merma de rendimiento, como por el costo adicional en fertilizante.

Si bien no existen datos oficiales, se estima que menos del 25% de los productores argentinos realiza análisis de suelo. Esto es particularmente grave, ya que, sin un diagnóstico inicial y un monitoreo continuo de la disponibilidad de nutrientes, es difícil definir las estrategias de fertilización que maximicen el retorno de cada unidad aplicada de fertilizante en la rotación. Menos frecuente aún, es la caracterización de los lotes mediante el perfil cultural, a fin de establecer problemas de estructura de suelo que limiten exploración del perfil por las raíces del cultivo.

Fechas de siembra y arreglo espacial

En Argentina existe mucha información sobre la fecha y el arreglo espacial, distancia entre surcos y distancia entre plantas, que se renueva periódicamente ya que los tiempos óptimos dependen del cultivo que se utilice y de las condiciones edafoclimáticas [13, 14].

DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2573

La fecha de siembra tiene alto impacto en el rendimiento del cultivo de maíz. Determina la oferta de recursos ambientales y la ubicación del período crítico en la definición de rendimiento. Este periodo es en torno a la floración del cultivo donde se define el número de granos, que es el principal componente del rendimiento. En la región templada, las siembras de septiembre u octubre poseen mayor potencial de rendimiento, por exponer la floración en el momento de mayor radiación, pero este rendimiento es más inestable por el mayor riesgo debido a menor probabilidad de precipitaciones y mayor tasa de evapotranspiración en el cultivo.

Cuando ocurren condiciones de sequía, se reduce el número de granos por espiga produciendo pérdidas de rendimiento. En las siembras de principios de diciembre, la floración ocurre a mediados de febrero con menor intensidad de radiación y menor probabilidad de que ocurran las consecuencias adversas del estrés hídrico. Los cultivos sembrados en esta fecha tienen menor potencial pero mayor estabilidad del rendimiento. Por ejemplo, en el norte de la provincia de Buenos Aires, durante ocho años de experimentación, se observó que mientras algunos cultivares en siembras tempranas podían alcanzar rendimientos de 14 o 15 t/ha, en las siembras de principios de diciembre, los rendimientos fueron más bajos pero estables alrededor de 10 t/ha (Fig. 4), [15].

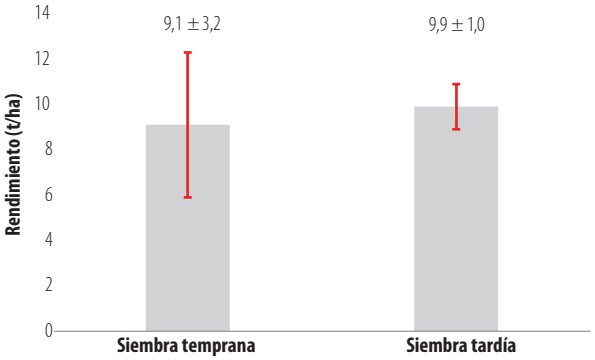

Figura 4. Rendimiento medio ± desvío estándar de ensayos de maíz conducidos en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Pergamino durante 8 años [15].

La densidad del cultivo, la distancia entre surcos y la homogeneidad de la distribución espacial y temporal de la emergencia de las plantas tiene un gran impacto en la construcción de un follaje eficiente para el uso de radiación, agua y nutrientes disponibles. Si bien los híbridos actuales son más plásticos en cuanto a la densidad óptima que los de la década pasada, esta sigue siendo una variable de manejo en la cual se puede lograr un aumento del rendimiento, ya que densidades mayores o menores al óptimo generan pérdidas de rendimiento. La densidad óptima depende del híbrido y el ambiente en que será cultivado, por lo que es recomendable seguir las indicaciones de los semilleros para cada situación de cultivo.

La densidad de siembra es una variable a manejar críticamente y con estrategias definidas por la calidad del ambiente, la disponibilidad de agua útil en suelo hasta una

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2573

profundidad de dos metros, los resultados del análisis del suelo y la disponibilidad de pronósticos climáticos confiables. Para lograr el arreglo espacial elegido es necesario una calidad de siembra óptima con equipos de siembra que aseguren una profundidad y distribución de semillas homogéneas. La heterogeneidad en la siembra da como resultado plantas de diferente tamaño con menor rendimiento por hectárea y mayor propensión a vuelco en el cultivo. La actualización y mantenimiento de las sembradoras tanto como el monitoreo constante de la siembra, son esenciales para asegurar la correcta implantación del cultivo.

Dentro de un mismo lote de cultivo hay variaciones ambientales que crean microambientes con diferentes demandas tecnológicas. Ante estas condiciones, el uso de densidades y niveles de fertilización variables, mejoran la eficiencia en la utilización de insumos y la productividad del cultivo incrementando el rendimiento en comparación al que se logra con un manejo homogéneo. Las tecnologías de agricultura de precisión son cada vez más accesibles a productores y contratistas y sería deseable lograr un mayor nivel de adopción de este tipo de agricultura que es aún escasa y tiene mucho potencial de expansión [16, 17].

Protección del Cultivo

Las malezas, plagas y enfermedades constituyen factores que reducen el rendimiento. El monitoreo deficiente, la escasa adopción del manejo integrado de organismos perjudiciales y decisiones desacertadas en la combinación de fitosanitarios y sus dosis, son algunas de las causas principales de mayores costos en protección vegetal y en el aumento de la aparición de organismos resistentes. En los últimos años, el uso de un reducido número de principios activos ha producido un aumento en la frecuencia de malezas y plagas resistentes a fitosanitarios. Un ejemplo de esto es la alta frecuencia de malezas resistentes al herbicida glifosato, que fuera intensamente utilizado luego de la liberación al mercado de cultivares de soja y de maíz con transgenes de tolerancia al principio activo [18].

La experiencia de los años de agricultura en Argentina nos indica que, si bien los herbicidas son fitosanitarios importantes, no son suficientes para resolver el problema de malezas. La tecnología de aplicación debe ajustarse a las exigencias de cada herbicida y el ambiente debe ser propicio. Un correcto manejo de malezas en maíz comienza conociendo el sistema y los problemas que soporta, para planificar la correcta ejecución de un programa integral, que comienza incluyendo al cultivo en una secuencia donde los componentes permitan interrumpir el ciclo de las malezas, maximizando la interferencia sobre las mismas. En los últimos años se ha observado efectos positivos en el control de malezas mediante el uso de cultivo de cobertura que además contribuyen con mejoras de las propiedades fisicoquímicas del suelo [19].

Las principales plagas del cultivo de maíz son el gusano barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*), el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y gusano elotero (*Heliothis zea*). La rápida adopción de los eventos transgénicos Bt por los productores de las regiones de cultivo, permitió la ampliación de la fecha de siembra en la región templada y una mayor expansión del cultivo en la región subtropical. Los cultivares comúnmente denominados 'Bt', poseen eventos obtenidos de genes de la bacteria de suelo *Bacillus*

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2573

thuringiensis, que producen substancias (proteínas *Cry*) con efecto insecticida sobre Lepidópteros y algunos Coleópteros.

El uso de híbridos Bt reduce los daños causados por insectos barrenadores, como *Diatraea saccharalis* y *Spodoptera* sp., siendo un importante elemento para el control integrado de estas plagas y reduciendo significativamente las pérdidas directas e indirectas de rendimiento. Actualmente, se ha observado una reducción de la efectividad de los eventos disponibles, debido a la coevolución de las poblaciones de insectos. Esto pone en una posición de vulnerabilidad a los cultivos sembrados más al norte y a las fechas de siembra tardías que están expuestas a mayores poblaciones de insectos. Por ende, es importante proteger los eventos biotecnológicos que aún siguen siendo efectivos mediante la instalación correcta de los refugios [20].

En cuanto a enfermedades, las que más afectan el rendimiento en siembras tempranas de la región templada son la roya común (*Puccinia sorghi*) y la virosis conocida como mal de Río Cuarto (MRCV). En siembras tardías aparecen enfermedades que son frecuentes en regiones a menor latitud como el tizón foliar (*Exserohilum turcicum*) Los cultivos más al norte de la región maicera son afectados por enfermedades más características de ambientes tropicales (complejo del achaparramiento, tizones y otras enfermedades foliares, [21]. En todas las áreas de cultivo, las podredumbres de tallo y espiga son relevantes. Las podredumbres de espiga prevalentes son aquellas causadas por *Fusarium verticillioides*, *F. graminearum*, *Aspergillus flavus* y *Stenocarpella maydis*, que afectan el rendimiento y causan contaminación del grano con micotoxinas [22].

Se han desarrollado técnicas que permiten manejar las enfermedades bajo el concepto de manejo integrado. Entre ellas, la elección de genotipos resistentes es la mejor tecnología disponible para disminuir la reducción de rendimiento por las enfermedades y de hecho se está utilizando resistencia genética en todas las regiones, lo que disminuye sustancialmente el impacto de las enfermedades [23]. Es importante fortalecer las redes de evaluación y generar información científica objetiva para asesores y productores.

Elección del Cultivar

La industria semillera en Argentina está muy desarrollada, a la vanguardia a nivel mundial, tanto en la mejora genética del germoplasma como en la introgresión de transgenes para tolerancia a insectos y herbicidas. Al norte del Paralelo 30 Sur se recomienda el uso de germoplasma subtropical mientras que al sur del mismo se adaptan mejor los materiales genéticos con germoplasma templado. Existe una "interfase" en las proximidades a este paralelo en los que se pueden utilizar cruzas entre maíces templados y subtropicales [23].

La gran mayoría de la superficie está cultivada con híbridos simples, de alto potencial de rendimiento; pero, dado el elevado costo de la semilla híbrida, los pequeños productores menos capitalizados o los que tienen sus predios en regiones marginales con alta probabilidad de estrés, siembran variedades de polinización abierta o filiales segregantes de híbridos con las consecuentes pérdidas de productividad. En este tipo de condiciones de cultivo, las variedades de polinización abierta encuentran un ámbito

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2573

de difusión, mediante el cual el productor puede adquirir semilla de mejor costo, con un nivel de homogeneidad y tratamientos adecuados para proteger la semilla [24].

El INTA tiene un Programa de Mejoramiento Genético de Maíz que está articulado tanto con universidades como con empresas privadas. Este Programa libera periódicamente líneas endocriadas que son usadas como materiales genéticos en proyectos de investigación o como fuentes de variabilidad y/o parentales de híbridos por la industria semillera local. También se difunden cultivares que constituyen una alternativa para demandas de menor interés para el sector privado, como la agricultura orgánica, de minifundio y algunas calidades diferenciadas.

Entre las variedades de polinización abierta de reciente liberación se encuentran cuatro materiales de grano flint, denominados Cuatero INTA, Bautista INTA, Candelaria Dúo INTA y Adelaida INTA; uno de grano amarillo amiláceo denominado Avatí Sa'y Ju INTA. También se han liberado híbridos simples con caracteres especiales, como Sombra INTA con arquitectura foliar de tipo planófilo, (*i.e.*, con láminas foliares dispuestas en un ángulo mayor a 60 grados en relación al tallo) que produce un alto sombreado del suelo, mejorando la competencia con malezas; Tesai AO INTA con alto contenido de ácido oleico en el aceite, y Balau INTA con grano tipo pisingallo [25]. Todos estos materiales son no transgénicos y constituyen una alternativa para la producción orgánica.

Las redes de evaluación de cultivares generan valiosa información que permiten mejorar la toma de decisiones en cuanto a la genética a utilizar, tanto en rendimiento, sanidad, tolerancia a factores abióticos, ciclo, etc. [26]. La información actual es abundante y de buena calidad para la Región Pampeana pero en las regiones noreste, noroeste, Cuyo y Patagonia norte se deberían generar o incrementar los sitios de evaluación.

Momento de Cosecha y Acondicionado del Grano

La demora en la cosecha de maíz implica pérdidas de rendimiento, calidad e inocuidad. En general, los productores carecen de instalaciones para el secado y acondicionamiento de granos, por lo que realizan un secado en campo esperando que la humedad se acerque lo más posible a la humedad de entrega (14,5 %). En maíces de siembra temprana esto no representa una limitante importante, excepto años puntuales, pero la expansión del área destinada al cultivo de maíz tardío, trajo aparejado que gran parte de la producción argentina tenga un secado a campo, que se prolonga durante el invierno entre 70 y 110 días desde madurez fisiológica [27].

Durante el secado de grano en campo de maíces de fecha tardía, se produce la proliferación de malezas otoño-invernales, deterioro de la calidad comercial por aumento de granos dañados, infestaciones con gorgojos (*Sitophillus* sp.) y contaminación del grano con micotoxinas. Adicionalmente, aumenta la proporción de plantas quebradas y volcadas que elevan las pérdidas de cosecha sobre todo las que ocurren en la plataforma de recolección. La elección de cultivares con tallos fuertes y buen comportamiento a enfermedades de tallo, la protección del cultivo y la elección correcta de la densidad de siembra son prácticas de manejo de gran impacto sobre el rendimiento y calidad del grano [27].

DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2573

Recientemente, se introdujo el concepto de "cosecha oportuna" de maíz tardío, en torno al 20 % de humedad de grano, cuando la tasa de secado comienza a disminuir. Deberían considerarse la aplicación de algunas medidas con diferente grado de factibilidad, con tendencia a aumentar la capacidad de secado, almacenamiento y secado de granos en origen y en acopios primarios. Otra medida a considerar es establecer una mayor tolerancia (16 %) de humedad de grano a maíces entregados en julio-agosto a fin de alentar la cosecha en el momento oportuno. Es una condición que eventualmente se ofrece en acopios y puertos, por lo que en muchos casos sería necesaria la formalización de esta condición [27].

El rendimiento depende, finalmente, de una recolección eficiente en tiempo y forma de los granos. Para ello es crucial la adecuada regulación de las cosechadoras y sobre todo de las plataformas de recolección, que representan el 70 % de las pérdidas en la cosecha de maíz. Actualmente, aún subsiste un porcentaje considerable de máquinas desactualizadas, con menor capacidad de trabajo y un desgaste importante, que las torna propensas a roturas, atascamientos causantes de demoras en la cosecha. Es importante capacitar y concientizar a los productores y profesionales que realicen un control de cosecha en sus lotes. El último paso, muchas veces desestimado, es el transporte de la producción, donde las pérdidas, en función de la carga neta durante el recorrido, pueden ser hasta 1,05 % para maíz y más aún en camiones con estado deteriorado, siendo indispensable para minimizar estas pérdidas el desarrollo del ferrocarril, la infraestructura vial y un parque de camiones actualizados.

Este análisis de la situación del cultivo en Argentina, con cifras basadas en datos oficiales [28], pone en evidencia la necesidad de llevar a cabo políticas de Estado a fin de dar solución a los problemas de estructura de producción y necesidad de inversiones en el Sector Agropecuario. También resulta evidente la necesidad de fortalecer las redes de investigación y desarrollo, mediante la incorporación de recursos humanos, inversiones y fondos de investigación, a fin de dar respuestas tecnológicas para lograr la intensificación de la producción, en un marco de conservación de los recursos ambientales y de reducción de los niveles de contaminación en toda la diversidad ambiental que presenta la región de cultivo de maíz [29].

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Red Latinoamericana de Maíz y al proyecto CYTED Tech-Maíz (121RT0111) por la gestión para publicar este artículo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Los tres autores contribuyeron por partes iguales en la recopilación de datos y redacción del artículo.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflicto de interés en la publicación de este artículo.

DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2573

REFERENCIAS

[1] MINAGRI. Ministerio de Agroindustria (2014). Mapa de siembra de maíz en Argentina. Recuperado de http://www.elsemiarido. com/

[2] SENASA. (2018). Argentina se consolida como principal exportador mundial de maíz pisingallo. Recuperado de http://www.senasa.gob.ar/senasa-comunica/noticias/argentina-se-consolida-como-principal-exportador-mundial-de-maiz-pisingallo

[3] MAGyP. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2022). Estimaciones Agrícolas del MAGyP. Recuperad de http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/

[4] Bolsa de Comercio de Rosario. (2020). Producción y destino del maíz 2019/20 en Argentina. Recuperado de https://www.bcr.com.ar/

[5] MAIZAR. Asociación Maíz y Sorgo Argentino. 2021. Recuperado de http://www.maizar.org.ar/

[6] Giménez, F. J. (2021) Documento interno del Programa Cereales y Oleaginosas del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

[7] García, F. O. (2005). Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz. Presentado en la Jornada "Maíz 2005" organizada por Capacitación Agropecuaria. Córdoba, 1 de Julio. de 2005. Recuperado de https://www.profertil.com.ar/wp-content/uploads/2020/08/nutricion-en-el-cultivo-de-maiz-ipni-f-garcia-2005.pdf

[8] Fontanetto, H. & Keller, O. (2006). Manejo de la fertilización en maíz. Experiencias en la Región Pampeana. INTA – Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Información Técnica Cultivos de Verano. Campaña 2006. Publicación Miscelánea Nº 106 85.

[9] Fontanetto, H., Keller, O., Gambaudo, S., Albrecht, J., Gianinetto, G., Weder, E., Zen, O., Daverede, I. y García F.O. (2010). Respuesta del maíz a la fertilización fosforada en la Región Centro de Santa Fe. INTA – Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Información Técnica Cultivos de Verano. Campaña 2010. Publicación Miscelánea Nº 118.

[10] Sainz Rozas, H. R. (2018). El zinc: un micronutriente limitante para el maíz. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Recuperado de https://inta.gob.ar/documentos/el-zinc-un-micronutriente-limitante-para-el-maiz

[11] Correndo, A. A., Gutiérrez-Boem, F. H., García, F. O., Alvarez, C., Álvarez, C., Angeli, A., Barbieri, P., Barraco, M., Berardo, A., Boxler, M., Calviño, P., Capurro, J. E., Carta, H., Caviglia, O., Ciampitti, I. A., Díaz-Zorita, M., Díaz-Valdez, S., Echeverría, H. E., Espósito, G., Ferrari, M., Ferraris, G. N., Gambaudo, S., Gudelj, V., Ioele, J. P., Melchiori, R. J. M., Molino, J., Orcellet, J. M., Pagani, A., Pautasso, J. M., Reussi Calvo, N. I., Redel, M., Rillo, S., Rimski-Korsakov, H., Sainz-Rozas, H. R., Saks, M., Tellería, M. G., Ventimiglia, L., Zorzín, J. L., Zubillaga, M. M. & Salvagiotti, F. (2021). Attainable yield and soil texture as drivers of maize response to nitrogen: A synthesis analysis for Argentina. Field Crops Research. 273:108299. doi: https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108299

[12] MAGyP - Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca. (2021). 200 millones de toneladas de cereales, oleaginosas y legumbres. Fertilidad y nutrición de suelos. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe-fertilidad-nutricion-suelos-200mt-magyp.pdf

[13] Cirilo, A., Andrade, F., Otegui, M., Maddonni, G., Vega, C. y Valentinuz, O. (2016) Ecofisiología del cultivo de maíz. [Ecophysiology of Maize Cultivation]. En: Eyhérabide, G., Ed., Bases para el manejo del cultivo de maíz, INTA, Argentina, 25-56.

[14] Ventimiglia, L y Torrens Baudrix, L. (2020). Maíz: Densidad por espaciamiento, campaña 2019/20. Recuperado de https://inta.gob.ar/documentos/maiz-densidad-por-espaciamiento-campana-2019-20.

[15] Presello D. A. (2017). Rendimiento de cultivares de maíz en siembras tempranas y tardías. XII Jornada de Actualización Técnica en Maíz. INTA y AIANBA. Pergamino, 30 de agosto de 2017.

[16] INTA. (2013). Agricultura de Precisión y Máquinas Precisas. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_actualizacin_tcnica_nro_79_-_junio_2013.pdf

[17] Chartuni Mantovani, E. & Magdalena, C. (2014). Manual de agricultura de precisión Recuperado de http://www.gisandbeers.com/RRSS/Publicaciones/Manual-Agricultura-Precision.pdf

[18] SENASA (2022). Casos confirmados de malezas resistentes en Argentina. Recuperado de http://www.senasa.gob.ar/casos-confirmados-de-malezas-resistentes-en-argentina.

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2573

[19] Zanettini, J. L., Orden, N. y Dubo., G. (2019). El cultivo de cobertura en el control de malezas. Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. RTA 10:39. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_25_de_mayo_el_cultivo_de_cobertura_en_el_control_de_malezas.pdf

[20] Perotti, E., Russo, R., López, R., Zari, F., Pradolini, E., Sanmarti, N., Maccari, G., Boero, L. y Gamundi, J. (2014). Evaluación de estrategias de manejo de refugios asociados a cultivos de soja Bt sobre plagas blanco, no blanco y sus depredadores. Para mejorar la Producción 52. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-evaluacin-estrategias-manejo-refugios-asociados-.pdf

[21] De Rossi, R., Guerra, F., Plaza, M. C., Vuletic, E., Brücher, E., Guerra, G., Couretot, L., Parisi, L. y Magnone, G. (2016), XXIV Congreso AAPRESID. Agosto 2016. Rosario. Provincia de Santa Fe. Argentina. https://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/2017/07/Revista-red-de-innovadores-n%C2%BA-156.pdf

[22] Presello, D. A., Botta, G. Iglesias, J. y Eyherabide, G. H. (2008). Effect of disease severity on yield and grain fumonisin concentration of maize hybrids inoculated with Fusarium verticillioides. Crop Protection 27:572–576. doi: https://doi.org/10.1016/j.cropro.2007.08.015

[23] Presello, D. A., Eyhérabide G. H., Iglesias, J., Mroginski, E. y Lorea R. D. (2015). Cultivares. Criterios para su elección. Publicación del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. En: Eyherabide Ed. Publicación del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

[24] Martínez, J., Llovet, J.A. & Presello, D.A. (2018). Candelaria duo INTA una variedad de maíz para agricultura familiar y orgánica. Revista de Tecnología Agropecuaria-RTA. 10 (37): 21-24. Recuperado de https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/INTADig_eec23f7eb61fc2e4449e52372307f6d1

[25] INASE. Instituto Nacional de Semillas. (2022). Catálogo Nacional de Cultivares. Recuperado de https://gestion.inase.gob.ar/consultaGestion/gestiones.

[26] Ferraguti, F., Magnano, L., Malmantile, A. y Espósito, M. A. (2021). Rendimiento y estabilidad de híbridos comerciales de maíz de primera. Resultados de la Red de la EEA INTA Oliveros y sus AERs - Campaña 2020-21. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/9.inta_.rendimiento-hibridos-analisis-iga-red-maiz-primera.pdf.

[27] Ferraguti, F. (2020). Deterioro de la calidad e inocuidad durante el secado a campo del maíz. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-maiz-fecha-siembra-tardia.deterioro-calidad-e-inocuidad-secado-a-campo.ferraguti.pdf

[28] Estimaciones Agrícolas del MAGyP. Recuperado de: http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones

[29] Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Guía práctica para el cultivo de maíz. Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-guia_prctica_para_el_cultivo_de_maiz.pdf

 DOI: https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2573